

IoT MONITORING KUALITAS AIR DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR SUHU, pH, DAN TOTAL DISSOLVED SOLIDS (TDS)

Fanharis Chuzaini¹, Dzulkifli²

^{1,2}Program Studi Fisika, Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya

²Email: dzulkifli@unesa.ac.id

Abstrak

Air dapat dikatakan berkualitas untuk keperluan higiene sanitasi jika memenuhi beberapa syarat, termasuk diantaranya adalah suhu (± 3 °C dari suhu udara dimana tempat air berada), pH (6,5-9,5), dan TDS (<1000 ppm). Untuk memudahkan pengukuran suhu, pH, dan TDS air, maka dalam penelitian ini dikembangkan alat dengan teknologi IoT untuk memonitor ketiga parameter tersebut. Sampel air uji diambil dari salah satu sumur warga di Desa Wedi, Kapas, Bojonegoro, Sumber Mata Air Grogolan Desa Ngunut, Dander, Bojonegoro, Sendang Tirta Arum di Desa Sumberarum, Dander, Bojonegoro, Pantai Sowan di Kabupaten Tuban, dan salah satu Sumur Warga di Desa Sambiroto, Kapas, Bojonegoro. Sensor input yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor suhu DS18B20, sensor pH dengan pH modul DIY 4502-C, dan Gravity TDS sensor DFRobot. Kemudian input dari sensor diproses oleh mikrokontroler ESP32 dan hasilnya akan ditampilkan pada LCD dan di smartphone dengan aplikasi *Blynk*. Hasil dari pengukuran alat yang dikembangkan kemudian dibandingkan dengan alat ukur SNI, untuk termometer (Seri 06-6989.23-2005), pH meter (Seri 06-6989.11-2004), dan TDS meter (Seri 06-6989.27:2004). Akurasi pengukuran yang didapatkan dari alat yang dikembangkan ini sangat baik, yaitu berkisar antara 98,28-100%. Kemudian, hasil pengukuran dari kelima tempat yang diambil sampelnya memiliki kualitas suhu yang baik (29-31 °C) dan TDS yang baik (318-551 ppm). Namun, air dari Sendang Tirta Arum di Desa Sumberarum dan sumber mata air Grogolan di Desa Ngunut memiliki kualitas pH air yang kurang baik, dengan nilai pH masing-masing adalah 9,8 dan 8,7.

Kata Kunci: Kualitas Air, IoT, Sensor Suhu, Sensor pH, Sensor TDS, Higiene sanitasi

Abstract

Water can be said to be of good quality for sanitation hygiene purposes if it meets several requirements, including temperature (± 3 °C from the air temperature where the water is located), pH (6.5-9.5), and TDS (<1000ppm). To facilitate the measurement of water temperature, pH, and TDS, in this study a tool with IoT technology was developed to monitor these three parameters. Water samples were taken from one of the residents' wells in Wedi Village, Kapas, Bojonegoro, Grogolan Springs, Ngunut Village, Dander, Bojonegoro, Sendang Tirta Arum in Sumberarum Village, Dander, Bojonegoro, Sowan Beach in Tuban Regency, and one of the Residents' Wells. in Sambiroto Village, Kapas, Bojonegoro. The input sensors used in this research are the DS18B20 temperature sensor, the pH sensor with the DIY module pH 4502-C, and the Gravity TDS sensor DFRobot. Then the input from the sensor is processed by the ESP32 microcontroller and the results will be displayed on the LCD and on the smartphone with the *Blynk* application. The results of the measurement tools developed were then compared with SNI measuring instruments, for thermometers (Series 06-6989.23-2005), pH meters (Series 06-6989.11-2004), and TDS meters (Series 06-6989.27:2004). The measurement accuracy obtained from this developed tool is very good, ranging from 98.28-100%. Then, the measurement results from the five samples taken had good temperature quality (29-31 °C) and good TDS (318-551 ppm). However, water from Sendang Tirta Arum in Sumberarum Village and Grogolan spring in Ngunut Village has poor water pH quality, with pH values of 9.8 and 8.7, respectively.

Keywords: Water Quality, IoT, Temperature sensor, pH sensor, TDS sensor, Sanitary hygiene

PENDAHULUAN

Di negara yang berkembang seperti negara Indonesia, pengelolaan sumber daya air menjadi hal yang sering dibahas secara serius oleh pemerintah maupun oleh masyarakat (Maulana et al., 2016). Hal ini bertujuan untuk menjamin ketersediaan air bersih untuk generasi yang akan datang (Maulana et al., 2016).

Kegunaan air dalam kehidupan tidak dapat digantikan oleh senyawa yang lain. Bagi kehidupan manusia, air dapat dimanfaatkan sebagai air minum, industri, budidaya, pertanian dan lain-lain. Namun demikian, air dapat menjadi berbahaya jika tidak tersedia dalam kondisi yang baik. Oleh karena itu, sangat diperlukan adanya sumber air yang dapat

menyediakan air yang baik dari segi kualitas maupun kuantitasnya (Purwonugroho, 2013). Agar air dapat dimanfaatkan dengan aman bagi kesehatan manusia, maka air harus memenuhi beberapa persyaratan, yaitu persyaratan fisika, kimia, dan biologi (Kementerian Kesehatan RI, 2010).

Salah satu pemanfaatan air adalah untuk keperluan higiene sanitasi. Keperluan higiene sanitasi adalah untuk pemeliharaan kebersihan perorangan seperti mandi, cuci bahan pangan, peralatan makan, dan pakain (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2017).

Dalam standar baku mutu air untuk higiene sanitasi, salah satu parameternya adalah suhu. Suhu merupakan salah satu besaran fisika. Suhu yang tidak normal terdapat indikasi bahwa di dalam air ada bahan kimia yang terlarut dengan jumlah yang banyak dan juga dapat berarti bahwa telah terjadi proses dekomposisi material organik yang disebabkan oleh mikroorganisme dimana hal ini dapat berbahaya bagi makhluk hidup (Astari & Iqbal, 2002). Menurut Permenkes RI, suhu normal untuk keperluan higiene sanitasi adalah $\pm 3^\circ$ dari suhu udara dimana tempat air berada (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2017).

Parameter kedua adalah derajat keasaman atau pH dari air. pH masuk ke dalam parameter kimia. Nilai dari pH berkisar antara 0-14. Nilai pH yang kurang dari 7 menandakan bahwa air tersebut bersifat asam. Untuk nilai pH sama dengan 7 menandakan bahwa air bersifat netral, dan untuk nilai pH yang lebih dari 7 menandakan bahwa air tersebut bersifat basa. Semakin rendah nilai pH suatu larutan, maka semakin kuat sifat asamnya. Nilai pH yang rendah atau bersifat asam dapat menjadikan air bersifat korosif. Untuk nilai pH yang lebih dari 7 atau dapat disebut basa sifat korosinya akan semakin rendah. Akan tetapi pH di atas 7 memiliki sifat yang dapat membentuk kerak dan efektivitasnya masih rendah dalam hal untuk membunuh bakteri. Untuk dapat dimanfaatkan dengan efektif, air lebih baik dalam kondisi netral atau asam lemah (Astari & Iqbal, 2002). Untuk keperluan higiene sanitasi, pH harus memiliki nilai 6,5-8,5 (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2017).

Parameter ketiga adalah TDS. TDS merupakan parameter fisika untuk kualitas air. Air yang memiliki nilai TDS tinggi dapat mempengaruhi rasanya. Nilai TDS yang tinggi dapat menjadikan kualitas air menjadi kurang dan dapat menjadikan air bersifat beracun dan dapat mengganggu organisme di dalam air (Timpano et al., 2010). Untuk keperluan Higiene sanitasi, nilai dari TDS yang baik adalah dibawah 1000 ppm (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2017).

Selama ini, pengukuran kualitas air dilakukan dengan cara konvensional, yaitu dengan cara pengumpulan data sampel air dengan cara manual dan kegiatan pengujian dilakukan di laboratorium. Untuk membantu mempermudah proses pengujian kualitas air, pengujian dan hasilnya dapat dilihat di smartphone melalui beberapa aplikasi, salah satunya adalah Blynk. Dengan adanya kemajuan pada bidang IT, data ataupun informasi dapat dikumpulkan pada suatu lokasi dan dapat disebar dan diakses ke wilayah yang lebih luas. Salah satunya adalah dengan memanfaatkan teknologi berupa IoT (*Internet of Things*). IoT dapat memungkinkan pengguna untuk mengakses informasi dimanapun dan kapanpun (Efendi, 2018). Dengan

begitu kualitas air juga dapat secara langsung dan data yang dapat diakses kapanpun dan dimanapun dengan menggunakan IoT.

Internet of Things (IoT)

IoT adalah salah satu hasil pemikiran para peneliti yang mengoptimalkan banyak alat seperti sensor, *radio frequency identification* (RFID), jaringan nirkabel dan hal-hal pintar lainnya yang memungkinkan orang untuk berkomunikasi dengan mudah – dengan semua perangkat yang terhubung ke Internet (Wang et al., 2013). Dalam penerapannya, IoT juga dapat mengidentifikasi, menemukan, melacak, memantau objek dan memicu hal yang terkait secara otomatis dan *realtime* (Junaidi, 2019).

IoT sudah banyak diterapkan dalam berbagai bidang, seperti dalam bidang ilmu kesehatan, informatika, geografis dan beberapa bidang ilmu lain. Salah satu penerapan IoT adalah pada sistem pelacakan lokasi pasien untuk mendukung layanan kesehatan ibu dan anak di Indonesia. Data kondisi dan lokasi pasien dapat dipantau dengan menggunakan dashboard dengan menggunakan aplikasi Elasticsearch, Longtash dan Kibana (Priambodo & Kadarina, 2020).

Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu DS18B20 (Gambar 1) merupakan sensor yang berfungsi sebagai pengubah besaran suhu menjadi besaran tegangan listrik. Karakteristik sensor suhu DS18B20 adalah sensor dapat dikalibrasi langsung ke derajat Celcius, skala linier $+10 \text{ mV} / ^\circ\text{C}$, dengan ketelitian $0,5 ^\circ\text{C}$ dengan suhu ($25 ^\circ\text{C}$) atau suhu kamar, rentang suhu dari $-55-150 ^\circ\text{C}$. Beroperasi pada tegangan $4-30 \text{ V}$, arus operasi $< 60 \mu\text{A}$ dan impedansi keluaran yang rendah yaitu $0,1\Omega$ untuk *load* keluaran 1 mA . (Akbar, 2017).



Gambar 1. Sensor suhu DS18B20

Sensor pH

Prinsip kerja dari sensor pH (Gambar 2) adalah mengubah besarnya nilai reaksi kimia yang terjadi atau yang terdeteksi dan dikonversikan ke dalam besaran tegangan listrik. Hal itu juga menjadikan sensor pH masuk ke dalam kategori sensor kimia. Salah satu jenis modul pH adalah pH modul DIY More pH-4502C. Spesifikasi dari modul ini adalah memiliki tegangan $5\pm 0,2\text{V}$ (AC DC), rentang pH yang dapat dideteksi adalah 0-14, suhu yang dapat terdeteksi adalah $0-80 ^\circ\text{C}$, waktu untuk respon 5 detik, waktu untuk penyelesaian

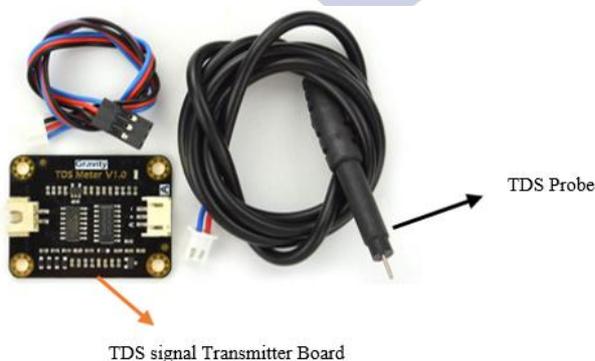
60 detik, daya 0,5 W. Salah satu jenis elektroda yang digunakan untuk mengukur pH adalah elektroda E-201. Spesifikasi dari elektroda ini adalah rentang pH yang dapat diukur adalah 0,00-14,00 pH, tingkat akurasi 98,5%, respon waktu < 1 menit, suhu untuk operasional 0-60 °C, salah satu konektor yang digunakan untuk mengukur pH adalah port BNC dengan panjang kabel 0,8 m (Saputra, 2020).



Gambar 2. Sensor pH

Sensor Total Dissolved Solids (TDS)

Sensor TDS memiliki prinsip kerja yang sesuai dengan sifat konduktivitas listrik. Terdapat dua elektroda yang dapat mengukur konduktivitas pada cairan. Kandungan partikel ion dan sifat elektrolit dalam cairan dapat mempengaruhi hasil dari pengukuran dengan menggunakan sensor TDS (Wirman et al., 2019). Salah satu jenis sensor TDS adalah Gravity TDS sensor DFRobot (Gambar 3) dengan spesifikasi tegangan masukan 3,3-5,5 V, tegangan keluaran 0-2,3 V, arus kerja 3-6 mA, akurasi $\pm 10\%$ F.S (25 °C) dan tipe outputnya adalah tegangan analog.



Gambar 3. sensor TDS

Beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian pengembangan mengenai pemanfaatan *Internet Of Things* diantaranya yaitu, (Syafiqoh & Yudhana, 2018), yang melakukan pengembangan sensor nirkabel berbasis IoT untuk sistem pemantauan kualitas air dan tanah pertanian. Dengan menggunakan modul ESP8266 yang dikombinasikan dengan sensor suhu dan pH, kualitas

air dan tanah pada pertanian dapat dipantau dan dikelola secara tepat dan efisien.

Kemudian (Amani & Prawiroredjo, 2016) melakukan pengembangan alat ukur kualitas air dengan pH, suhu, tingkat kekeruhan dan jumlah padatan terlarut sebagai parameter yang diukur dengan menggunakan Arduino sebagai mikrokontroler. Untuk pembacaan pada alat yang dikembangkan memiliki tingkat akurasi yang tinggi. Nilai error sensor suhu 5,4 % dengan standar deviasi rata-rata 1,145. pH dengan nilai error sebesar 0,848 % dan standar deviasi rata-rata 0,01. TDS dengan error 0,97 % dan standar deviasi rata-rata 6,69.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Syafiqoh & Yudhana, 2018), parameter yang diukur hanyalah dua. Kemudian, pada penelitian yang dilakukan oleh (Amani & Prawiroredjo, 2016) alat yang dibuat belum menggunakan teknologi IoT. Dari beberapa kekurangan tersebut, Penulis tertarik untuk mengembangkan alat pengukur kualitas air dengan parameter suhu, pH dan TDS menggunakan teknologi IoT. Hasil pengukurannya dapat dikontrol menggunakan smartphone melalui aplikasi Blynk. Dengan dikembangkannya alat ini diharapkan masyarakat dapat dengan mudah untuk mengetahui kualitas air secara langsung dengan aman, cepat dan terjangkau.

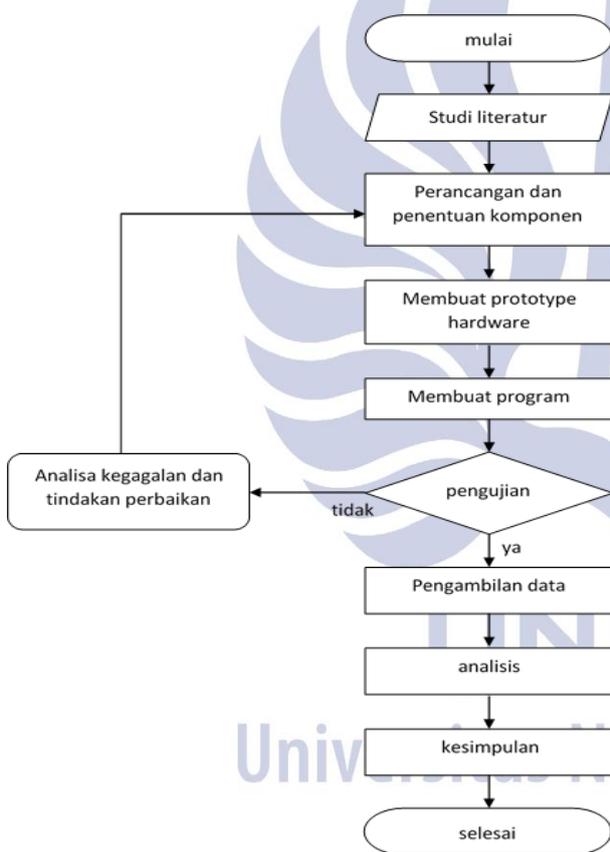
METODE

Alat dan Bahan

Pada penelitian yang dilakukan ini, alat dan bahan yang digunakan adalah *power supply*, mikrokontroler ESP32, aplikasi arduino IDE, sensor suhu DS18B20, sensor pH dengan pH module DIY More pH-4502C, Gravity TDS sensor DFRobot, LCD 16x2, thermometer SNI 06-6989.23-2005, pH meter SNI 06-6989.11-2004, TDS meter SNI 06-6989.27:2004, smartphone yang terhubung dengan internet, dan aplikasi Blynk.

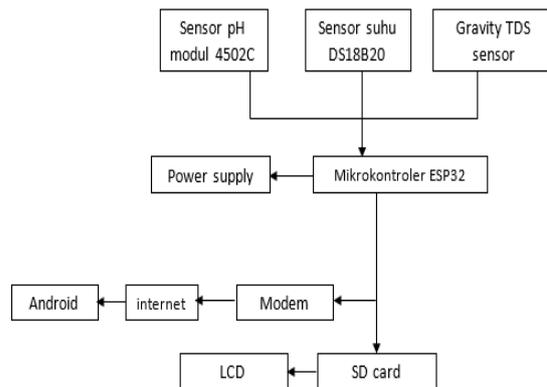
Tahapan Perancangan dan Pembuatan

Perancangan alat ini dilakukan pada bulan Februari 2022 di Desa Wedi, Kecamatan Kapas, Kabupaten Bojonegoro. Tahapan awal yang dilakukan untuk mengembangkan alat ini adalah tahapan perancangan. Untuk tahapan perancangan alat dapat dilihat pada *flowchart* seperti pada Gambar 4.



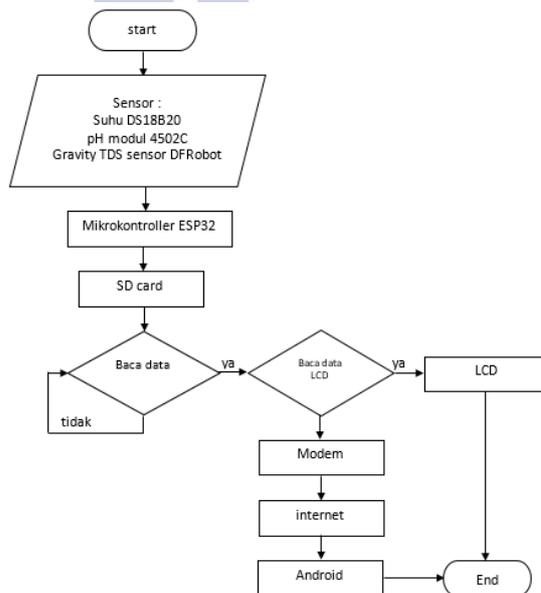
Gambar 4. Flowchart perancangan sistem memonitor kualitas air pada penelitian ini.

Dalam tahapan perancangan, dilakukan identifikasi terhadap kebutuhan untuk membangun prototype yang sesuai dengan yang diharapkan (Rahayuningtyas et al., 2021). Kemudian untuk diagram blok sistem dapat dilihat pada Gambar 5.



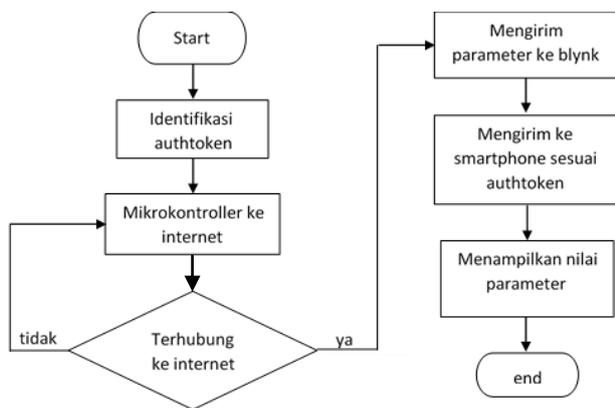
Gambar 5. Diagram Blok Sistem Pada Penelitian ini.

Gambar 6 menunjukkan diagram alir pembacaan sensor pada sistem monitor kualitas air pada penelitian ini.



Gambar 6. Diagram Alir pembacaan sensor pada sistem monitor kualitas air pada penelitian ini

Pada Gambar 6, *input* dari sistem monitoring kualitas air ini adalah sensor suhu, pH, dan TDS dengan ESP32 sebagai mikrokontroler untuk pemroses data. Kemudian data akan disimpan dalam SD card, dan ditampilkan pada layar LCD. Selain pada LCD, informasi yang yang didapatkan dari alat yang dibuat ini dapat diakses melalui smartphone yang terhubung dengan internet. Aplikasi yang digunakan adalah *Blynk*. Untuk mendapatkan akses ke aplikasi, diperlukan autentikasi pengguna agar pengguna memiliki akses ke sistem pemantauan kualitas air ini. Untuk langkah-langkah autentikasinya dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Autentikasi Aplikasi *Blynk*

Lokasi Pengambilan Sampel

Pengambilan data sampel air untuk uji coba dilakukan di tiga daerah yang berbeda, yaitu tempat yang mewakili daerah pedesaan, daerah yang dekat dengan laut, dan daerah yang berada di kawasan industri. Daerah pedesaan dijadikan sebagai tempat untuk mengambil air sampel uji dikarenakan daerah pedesaan masih belum terdapat banyak pencemaran pada air. Untuk daerah pedesaan diwakili oleh : 1) sumur warga di Desa Wedi, Kecamatan Kapas, Kabupaten Bojonegoro, 2) sumber mata air Grogolan Desa Ngunut, Kecamatan Dander, Kabupaten Bojonegoro, 3) Sendang Tirta Arum di Desa Sumberarum, Kecamatan Dander, Kabupaten Bojonegoro.

Yang kedua adalah tempat yang mewakili daerah yang dekat dengan laut. Daerah ini diambil sampelnya dikarenakan pada daerah yang dekat dengan kawasan laut berbagai kegiatan masyarakat dan paradigma sebagian besar masyarakat menganggap bahwa laut sebagai tempat pembuangan sampah (Hamuna et al., 2018). Untuk daerah yang dekat dengan laut diwakili oleh Pantai Sowon yang berada di Kabupaten Tuban.

Untuk daerah yang ketiga adalah daerah kawasan industri. Daerah yang berada pada kawasan industri dapat memberikan dampak negatif pada lingkungan, dimana salah satu yang terdampak adalah air (Wikaningrum, 2019). Untuk daerah yang berada di kawasan industri diwakili oleh sumur warga di Desa Sambiroto, Kecamatan Bojonegoro, Kabupaten Bojonegoro yang terletak di dekat industri *Asset 4 Field Sukowati Pad B Pertamina EP*.

Untuk setiap sampel air, dilakukan 10 kali pengukuran guna mengetahui akurasi dari alat yang telah dibuat pada penelitian ini.

Tahapan Uji dan Evaluasi

Pengukuran dengan menggunakan alat yang dibuat pada penelitian ini memerlukan perbandingan dengan alat ukur berlabel SNI. Dengan

membandingkan hasil uji coba menggunakan alat yang dikembangkan pada penelitian ini, yaitu sensor suhu DS18B20 dengan termometer SNI (Seri 06-6989.23-2005), sensor pH dengan pH meter SNI (Seri 06-6989.11-2004), dan sensor TDS dengan TDS meter SNI (Seri 06-6989.27:2004) maka akan didapat nilai akurasi dari pembacaan tiap-tiap sensor (arif widodo, nurhayati, 2020). Dengan demikian akurasi hasil pengukuran dari alat yang dikembangkan pada penelitian ini dapat diketahui dengan mudah.

Persamaan 1 memberikan bagaimana persen error dapat dihitung, sedangkan Persamaan 2 memberikan perhitungan untuk nilai akurasi.

$$\% \text{ error} = \left| \frac{x - x_i}{x} \right| \times 100 \quad (1)$$

$$\% \text{ akurasi} = 100\% - \% \text{ error} \quad (2)$$

Keterangan :

x = nilai yang didapatkan dari alat ukur SNI

x_i = nilai yang didapatkan dari sensor

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran Kualitas Air di Desa Wedi

Tabel 1. Data Hasil Pengukuran Kualitas Air di Desa Wedi

No.	Suhu Blynk (°C)	Thermometer SNI (°C)	pH Blynk	pH meter SNI	TDS Blynk (ppm)	TDS meter SNI (ppm)	% error		
							Suhu	pH	TDS
1	31	31	7,4	7,4	508	508	0,000	0,000	0,000
2	31	31	7,39	7,4	509	508	0,000	0,135	0,197
3	31	31	7,43	7,4	507	508	0,000	0,405	0,197
4	31	31	7,41	7,41	508	508	0,000	0,000	0,000
5	31	31	7,39	7,4	509	508	0,000	0,135	0,197
6	31	31	7,4	7,42	507	508	0,000	0,270	0,197
7	31	31	7,42	7,4	508	508	0,000	0,270	0,000
8	31	31	7,39	7,4	509	508	0,000	0,135	0,197
9	31	31	7,4	7,4	507	508	0,000	0,000	0,197
10	31	31	7,39	7,4	508	508	0,000	0,135	0,000
Rata-rata	31	31	7,402	7,403	508	508	0,000	0,149	0,118

Tabel 2. Hasil Akurasi Pengukuran Alat di Desa Wedi pada Tabel 1

Parameter	Akurasi
Suhu	100%
pH	99,851%
TDS	99,882%

Dari Tabel 1 dan 2 dapat diketahui bahwa perbandingan hasil ukur, nilai error dan akurasi di Desa Wedi, nilai yang didapatkan dari sensor dengan menggunakan alat ukur standar tidak berbeda jauh. Pengukuran menggunakan sensor DS18B20 dan termometer SNI (Seri 06-6989.23-2005) memiliki nilai yang sama yaitu 31°C dengan nilai rata-rata error adalah 0% dan tingkat akurasi 100%. Kemudian pengukuran menggunakan sensor pH dengan modul E-

4502C dan pH meter SNI (Seri 06-6989.11-2004) memiliki perbedaan yang tidak terlalu besar, yaitu untuk sensor pH nilai rata-rata 7,402 dan pH meter 7,403. Nilai rata-rata error untuk pH adalah 0,149% dan tingkat akurasi 99,851%. Kemudian pengukuran dari sensor TDS dan TDS meter SNI (Seri 6989.27:2004) memiliki nilai rata-rata yang sama yaitu 508 ppm dengan persentase error 0,118% dengan akurasi 99,882%.

Pengukuran Kualitas Air di Sumber mata air Grogolan Desa Ngunut

Tabel 3. Data Hasil Pengukuran Kualitas Air di Sungai Desa Ngunut

No.	Suhu Blynk (°C)	Termometer SNI (°C)	pH Blynk	pH meter SNI	TDS Blynk (ppm)	TDS meter SNI (ppm)	% error		
							Suhu	pH	TDS
1	29,5	29	8,8	8,64	331	331	1,724	1,852	0,000
2	29,5	29	8,76	8,67	330	331	1,724	1,038	0,302
3	29,5	29	8,74	8,74	332	331	1,724	0,000	0,302
4	29,5	29	8,75	8,75	331	331	1,724	0,000	0,000
5	29,5	29	8,73	8,75	330	331	1,724	0,229	0,302

6	29,5	29	8,68	8,76	332	331	1,724	0,913	0,302
7	29,5	29	8,65	8,76	331	331	1,724	1,256	0,000
8	29,5	29	8,65	8,75	330	331	1,724	1,143	0,302
9	29,5	29	8,68	8,75	332	331	1,724	0,800	0,302
10	29,5	29	8,75	8,72	331	331	1,724	0,344	0,000
Rata - rata	29,5	29	8,719	8,729	331	331	1,724	0,757	0,181

Tabel 4. Hasil akurasi Pengukuran Alat di Sumber Mata Air Grogolan pada tabel 3

Parameter	Akurasi
Suhu	98,276 %
pH	99,243 %
TDS	99,819 %

Dari Tabel 3 dan 4 dapat diketahui bahwa perbandingan hasil ukur, nilai error dan akurasi di Sumber Mata Air Desa Grogolan Desa Ngunut, nilai yang didapatkan dari sensor dengan menggunakan alat ukur standar tidak berbeda jauh. Pengukuran menggunakan sensor DS18B20 dan termometer SNI (Seri 06-6989.23-2005) memiliki nilai yang hampir sama yaitu 29,5 °C untuk sensor DS18B20 dan 29 °C untuk termometer dengan nilai rata-rata error adalah 1,724% dan tingkat akurasi 98,276%. Kemudian

pengukuran menggunakan sensor pH dengan modul E-4502C dan pH meter SNI (Seri 06-6989.11-2004) memiliki perbedaan yang tidak terlalu besar, yaitu untuk sensor pH nilai rata-rata 8,719 dan pH meter 8,729. Nilai rata-rata error untuk pH adalah 0,757% dan tingkat akurasi 99,243%. Kemudian pengukuran dari sensor TDS dan TDS meter SNI (Seri 6989.27:2004) memiliki nilai rata-rata yang sama yaitu 331 ppm dengan persentase error 0,181% dengan akurasi 99,819%.

Pengukuran Kualitas Air di Pantai Sowan

Tabel 5. Data Hasil Pengukuran Kualitas Air di Pantai Sowan

No.	Suhu Blynk (°C)	Thermometer SNI (°C)	pH Blynk	pH meter SNI	TDS Blynk (ppm)	TDS meter SNI (ppm)	% error		
							Suhu	pH	TDS
1	29,94	30	7,7	7,7	551	551	0,200	0,000	0,000
2	29,94	30	7,68	7,7	552	551	0,200	0,260	0,181
3	29,94	30	7,71	7,7	550	551	0,200	0,130	0,181
4	29,94	30	7,69	7,7	551	551	0,200	0,130	0,000
5	29,94	30	7,7	7,7	552	551	0,200	0,000	0,181
6	29,94	30	7,68	7,7	550	551	0,200	0,260	0,181
7	29,94	30	7,71	7,7	551	551	0,200	0,130	0,000
8	29,94	30	7,69	7,7	552	551	0,200	0,130	0,181
9	29,94	30	7,71	7,7	550	551	0,200	0,130	0,181
10	29,94	30	7,69	7,7	551	551	0,200	0,130	0,000
rata-rata	29,94	30	7,696	7,7	551	551	0,200	0,130	0,109

Tabel 6. Hasil Akurasi Pengukuran Alat di Pantai Sowan pada Tabel 5

Parameter	Akurasi
Suhu	99,80%
pH	99,87%
TDS	99,891%

Dari Tabel 5 dan 6 dapat diketahui bahwa perbandingan hasil ukur, nilai error dan akurasi di Pantai Sowan, nilai yang didapatkan dari sensor dengan menggunakan alat ukur standar tidak berbeda jauh. Pengukuran menggunakan sensor DS18B20 dan termometer SNI (Seri 06-6989.23-2005) memiliki nilai yang hampir sama yaitu 29,94 °C untuk sensor DS18B20 dan 30 °C untuk termometer dengan nilai rata-rata error adalah 0,200% dan tingkat akurasi 99,800%. Kemudian pengukuran menggunakan sensor

pH dengan modul E-4502C dan pH meter SNI (Seri 06-6989.11-2004) memiliki perbedaan yang tidak terlalu besar, yaitu untuk sensor pH nilai rata-rata 7,696 dan pH meter 7,7. Nilai rata-rata error untuk pH adalah 0,130% dan tingkat akurasi 99,87%. Kemudian pengukuran dari sensor TDS dan TDS meter SNI (Seri 6989.27:2004) memiliki nilai rata-rata yang sama yaitu 551 ppm dengan persentase error 0,109% dengan akurasi 99,891%.

Pengukuran Kualitas Air di Desa Sambiroto

Tabel 7. Data Hasil Pengukuran Kualitas Air di Sumur Desa Sambiroto

No.	Suhu Blynk (°C)	Termometer SNI (°C)	pH Blynk	pH meter SNI	TDS Blynk (ppm)	TDS meter SNI (ppm)	% error		
							Suhu	pH	TDS
1	30,5	31	7,15	7,15	508	508	1,613	0,000	0,000
2	30,5	31	7,14	7,15	507	508	1,613	0,140	0,197
3	30,5	31	7,14	7,15	509	508	1,613	0,140	0,197
4	30,5	31	7,13	7,15	508	508	1,613	0,280	0,000
5	30,5	31	7,15	7,15	507	508	1,613	0,000	0,197
6	30,5	31	7,12	7,15	509	508	1,613	0,420	0,197
7	30,5	31	7,14	7,15	508	508	1,613	0,140	0,000
8	30,5	31	7,16	7,15	507	508	1,613	0,140	0,197
9	30,5	31	7,15	7,15	509	508	1,613	0,000	0,197
10	30,5	31	7,12	7,15	508	508	1,613	0,420	0,000
rata-rata	30,5	31	7,14	7,15	508	508	1,613	0,168	0,118

Tabel 8. Hasil Akurasi Pengukuran Alat di Desa Sambiroto pada Tabel 7

Parameter	Akurasi
Suhu	98,387%
pH	99,832%
TDS	99,882%

Dari Tabel 7 dan 8 dapat diketahui bahwa perbandingan hasil ukur, nilai error dan akurasi di Desa Sambiroto, nilai yang didapatkan dari sensor dengan menggunakan alat ukur standar tidak berbeda jauh. Pengukuran menggunakan sensor DS18B20 dan termometer SNI (Seri 06-6989.23-2005) memiliki nilai yang hampir sama yaitu 30,5 °C untuk sensor DS18B20 dan 31 °C untuk termometer dengan nilai rata-rata error adalah 1,613% dan tingkat akurasi 98,387%. Kemudian pengukuran menggunakan sensor pH dengan modul E-

4502C dan pH meter SNI (Seri 06-6989.11-2004) memiliki perbedaan yang tidak terlalu besar, yaitu untuk sensor pH nilai rata-rata 7,14 dan pH meter 7,15. Nilai rata-rata error untuk pH adalah 0,168% dan tingkat akurasi 98,387%. Kemudian pengukuran dari sensor TDS dan TDS meter SNI (Seri 6989.27:2004) memiliki nilai rata-rata yang sama yaitu 508 ppm dengan persentase error 0,118% dengan akurasi 99,882%.

Pengukuran Kualitas Air di Desa Sumberarum

Tabel 9. Hasil pengukuran di Sendang Desa Sumberarum

No.	Suhu	Termometer	pH	pH	TDS	TDS	% error
-----	------	------------	----	----	-----	-----	---------

	Blynk (°C)	SNI (°C)	Blynk	meter SNI	Blynk (ppm)	meter SNI (ppm)	suhu	pH	TDS
1	29,94	30	9,82	9,79	318	318	0,200	0,306	0,000
2	29,94	30	9,8	9,79	317	318	0,200	0,102	0,314
3	29,94	30	9,84	9,79	319	318	0,200	0,511	0,314
4	29,94	30	9,78	9,79	318	318	0,200	0,102	0,000
5	29,94	30	9,8	9,79	317	318	0,200	0,102	0,314
6	29,94	30	9,79	9,79	319	318	0,200	0,000	0,314
7	29,94	30	9,82	9,79	318	318	0,200	0,306	0,000
8	29,94	30	9,78	9,79	317	318	0,200	0,102	0,314
9	29,94	30	9,84	9,79	319	318	0,200	0,511	0,314
10	29,94	30	9,82	9,79	318	318	0,200	0,306	0,000
rata-rata	29,94	30	9,809	9,79	318	318	0,200	0,235	0,189

Tabel 10. Hasil Akurasi Pengukuran Alat di Desa Sumberarum pada Tabel 9

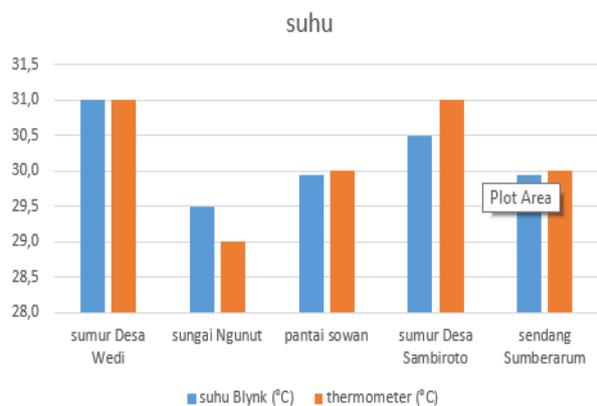
Parameter	Akurasi
Suhu	99,80%
pH	99,765%
TDS	99,811%

Dari Tabel 9 dan 10 dapat diketahui bahwa perbandingan hasil ukur, nilai error dan akurasi di Sendang Tirta Arum Desa Sumberarum, nilai yang didapatkan dari sensor dengan menggunakan alat ukur standar tidak berbeda jauh. Pengukuran menggunakan sensor DS18B20 dan termometer SNI (Seri 06-6989.23-2005) memiliki nilai yang hampir sama yaitu 29,94 °C untuk sensor DS18B20 dan 30 °C untuk termometer dengan nilai rata-rata error adalah 0,200% dan tingkat akurasi 99,80%. Kemudian pengukuran

menggunakan sensor pH dengan modul E-4502C dan pH meter SNI (Seri 06-6989.11-2004) memiliki perbedaan yang tidak terlalu besar, yaitu untuk sensor pH nilai rata-rata 9,809 dan pH meter 9,79. Nilai rata-rata error untuk pH adalah 0,235% dan tingkat akurasi 99,765%. Kemudian pengukuran dari sensor TDS dan TDS meter SNI (Seri 6989.27:2004) memiliki nilai rata-rata yang sama yaitu 318 ppm dengan persentase error 0,189% dengan akurasi 99,811%.

Perbandingan Kualitas Suhu Air

Untuk mengetahui perbandingan kualitas suhu air, dapat dilihat grafik seperti pada Gambar 10.



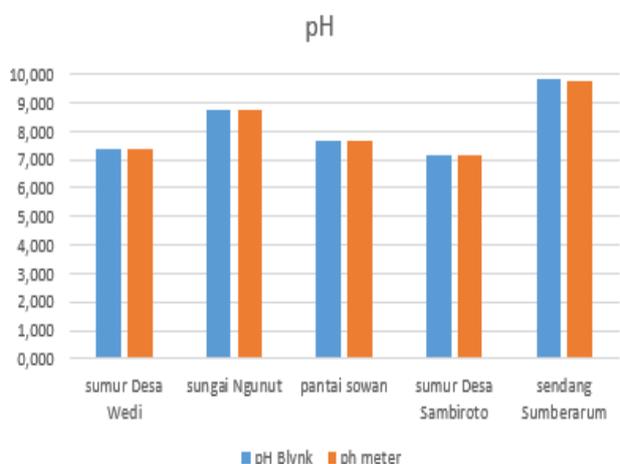
Gambar 10. Perbandingan Kualitas Suhu Air dari Tabel 1,3,5,7,9

Pada Gambar 10 dapat diketahui bahwa nilai suhu yang didapatkan di kelima daerah yang diambil

sampelnya adalah berkisar antara 29-31°C. untuk nilai suhu tertinggi terdapat pada sumur warga Desa Wedi dan Sumur Warga Desa Sambiroto. Nilai ini masih dikategorikan baik karena menurut permenkes Republik Indonesia No. 32 Tahun 2017 untuk kualitas air berdasarkan parameter suhu dikatakan baik apabila nilai suhunya adalah $\pm 3^{\circ}\text{C}$ dari suhu udara di sekitar (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2017), dimana untuk suhu udara sekitar pada saat pengambilan sampel adalah 31°C.

Perbandingan Kualitas pH Air

Pada pengukuran kualitas air berdasarkan parameter pH, didapatkan perbandingan pH di berbagai daerah seperti grafik pada Gambar 11.

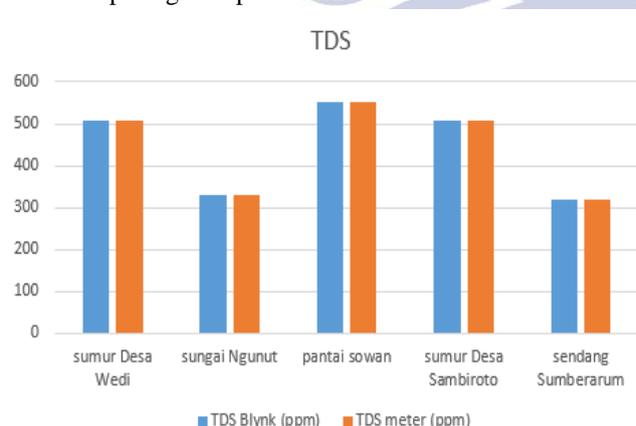


Gambar 11. Perbandingan Kualitas pH Air dari Tabel 1,3,5,7,9

Pada Gambar 11 dapat diketahui bahwa nilai pH yang didapatkan di kelima daerah yang diambil sampelnya adalah berkisar antara 7,402-9,809. Terdapat dua daerah yang memiliki nilai pH tidak sesuai dengan standar, dimana untuk nilai pH untuk standar kualitas air menurut permenkes Republik Indonesia No. 32 Tahun 2017 adalah berkisar dari 6,5-8,5 (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2017). Daerah tersebut adalah sungai Desa Ngunut dengan pH 8,7 dan sendang Desa Sumberarum dengan pH 9,8.

Perbandingan Kualitas TDS Air

Pada pengukuran kualitas air berdasarkan parameter TDS, didapatkan perbandingan di berbagai daerah seperti grafik pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik Perbandingan Kualitas TDS Air dari Tabel 1,3,5,7,9

Pada Gambar 12 dapat diketahui bahwa nilai TDS yang didapatkan di kelima daerah yang diambil sampelnya adalah berkisar antara 318-551 ppm. Semua daerah memiliki nilai TDS yang memenuhi persyaratan untuk higiene sanitasi. Nilai TDS untuk keperluan Higiene Sanitasi menurut Permenkes Republik Indonesia nomor 32 tahun 2017 adalah dibawah 1000

ppm (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2017).

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa alat yang dibuat telah dapat berjalan dengan baik sesuai dengan fungsinya, dan pada saat dibandingkan dengan alat ukur SNI, alat ini memiliki tingkat akurasi yang baik. Tingkat akurasi dari alat yang dibuat dengan alat pembanding berlabel SNI adalah 98,28%-100%.

Untuk hasil pengukuran kualitas air, kelima tempat yang diambil sampelnya memiliki suhu yang memenuhi standar (29-31 °C) dan TDS air yang juga memenuhi standar (318-551 ppm). Namun, dua tempat memiliki kualitas pH air yang kurang baik, yaitu Sendang Tirta Arum di Desa Sumberarum (dengan pH 9,8) dan sumber mata air Grogolan di Desa Ngunut (dengan pH 8,7).

Saran

Untuk penelitian selanjutnya bisa dikembangkan alat lanjutan dengan melibatkan lebih banyak lagi parameter, tidak hanya sekedar parameter suhu, pH, dan TDS saja.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, A. (2017). Pengontrol Suhu Air Menggunakan Sensor Ds18B20 Berbasis Arduino Uno. *Pengontrol Suhu Air Menggunakan Sensor Ds18B20 Berbasis Arduino Uno*, 4–16.
- Amani, F., & Prawiroredjo, K. (2016). *Alat Ukur Kualitas Air Minum Dengan Parameter Ph, Suhu, Tingkat Kekeuhan, Dan Jumlah Padatan Terlarut*. 14, 49–62.
- arif widodo, nurhayati, nur kholis. (2020). SISTEM MONITORING KUALITAS AIR PADA SISTEM AKUAPONIK BERBASIS IOT. *Teknik Elektro*, 10.
- Astari, R., & Iqbal, R. (2002). *KUALITAS AIR DAN KINERJA UNIT PENGOLAHAN DI INSTALASI PENGOLAHAN AIR MINUM ITB*. 1–11.
- Efendi, Y. (2018). Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 4(2), 21–27. <https://doi.org/10.35329/jiik.v4i2.41>
- Hamuna, B., Tanjung, R. H. R., Suwito, S., Maury, H. K., & Alianto, A. (2018). Kajian Kualitas Air Laut dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia di Perairan Distrik Depapre, Jayapura. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(1), 35. <https://doi.org/10.14710/jil.16.1.35-43>
- Junaidi, A. (2019). Internet of Things: Sejarah Teknologi Dan Penerapannya. *Isu Teknologi Sst Mandala*, 14(2), 92–99.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2017). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua dan Pemandian Umum. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia*, 1–20.
- Kementerian Kesehatan RI. (2010). Persyaratan Kualitas Air Minum Nomor 492/PERMENKES/PER/IV/2010. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia*, 492. <http://sertifikasibbia.com/upload/permenkes2.pdf>
- Maulana, Y. Y., Wiranto, G., & Kurniawan, D. (2016). Online Monitoring Kualitas Air pada Budidaya Udang Berbasis WSN dan IoT Online Water Quality Monitoring In Shrimp Aquaculture Based On WSN and IoT. *Inkom*, 10(2), 81–86.
- Priambodo, R., & Kadarina, T. M. (2020). Pelacakan Lokasi Pasien berbasis Internet of Things untuk Sistem Pendukung Layanan Kesehatan Ibu dan Anak. *INOVTEK Polbeng - Seri Informatika*, 5(2), 263. <https://doi.org/10.35314/isi.v5i2.1509>
- Purwonugroho, N. (2013). *KEEFEKTIFAN KOMBINASI MEDIA FILTER ZEOLIT DAN KARBON AKTIF DALAM MENURUNKAN KADAR BESI (Fe) DAN MANGAN (Mn) PADA AIR SUMUR*.
- Rahayuningtyas, A., Sagita, D., Susanti, N. D., & Barat, J. (2021). *Sistem deteksi dan pemantauan kualitas air pada akuaponik berbasis android the detection and monitoring system of water quality in the aquaponic based on android*. 15(1), 75–89.
- Saputra, G. A. (2020). *Analisis Cara Kerja Sensor Ph-E4502c Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno Untuk Merancang Alat Pengendalian Ph Air Pada Tambak*. December, 1–45. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.32110.84809>
- Syafiqoh, U., & Yudhana, A. (2018). *Pengembangan Wireless Sensor Network Berbasis Internet of Things untuk Sistem Pemantauan Kualitas Air dan Tanah Pertanian*. 02, 285–289.
- Timpano, A. J., Schoenholtz, S. H., Zipper, C. E., & Soucek, D. J. (2010). Isolating effects of total dissolved solids on aquatic life in central appalachian coalfield streams. *Joint Mining Reclamation Conf. 2010 - 27th Meeting of the ASMR, 12th Pennsylvania Abandoned Mine Reclamation Conf. and 4th Appalachian Regional Reforestation Initiative Mined Land Reforestation Conf.*, 2, 1284–1302. <https://doi.org/10.21000/jasmr10011284>
- Wang, C., Daneshmand, M., Dohler, M., Mao, X., Hu, R. Q., & Wang, H. (2013). Guest Editorial - Special issue on internet of things (IoT): Architecture, protocols and services. *IEEE Sensors Journal*, 13(10), 3505–3508. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2013.2274906>
- Wikaningrum, T. (2019). Model kebijakan strategis pengelolaan lingkungan kawasan industri (Studi Kasus Kawasan Industri Jababeka dan EJIP di Kabupaten Bekasi). *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 9(3), 802–817. <https://doi.org/10.29244/jpsl.9.3.802-817>
- Wirman, R. P., Wardhana, I., & Isnaini, V. A. (2019). Kajian Tingkat Akurasi Sensor pada Rancang Bangun Alat Ukur Total Dissolved Solids (TDS) dan Tingkat Kekeuhan Air. *Jurnal Fisika*, 9(1), 37–46. <https://doi.org/10.15294/jf.v9i1.17056>